

**ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК ПОЛИВИНИЛБЕНЗИЛАЗИДА,  
ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ МЕДИ, НА  
ПОВЕРХНОСТИ СТЕКЛОУГЛЕРОДНОГО ЭЛЕКТРОДА ДЛЯ  
АДРЕСНОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ БЕЛКОВ**

Медведева М.В., Свалова Т.С. \*, Малышева Н.Н., Козицина А.Н.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [t.s.svalova@urfu.ru](mailto:t.s.svalova@urfu.ru)

**OBTAINING POLYVINYLILBENZYLASIDE FILMS, FUNCTIONALIZED  
BY COPPER NANOPARTICLES, ON THE SURFACE OF A GLASS-  
CARBON ELECTRODE FOR ADDRESS PROCESS IMMOBILIZATION**

Medvedeva M.V., Svalova T.S. \*, Malysheva N.N., Kozitsina A.N.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The aim of the work was to obtain polyvinylbenzylazide films with copper nanoparticles on the electrode surface for the targeted immobilization of proteins by azide-alkyne cycloaddition. The results obtained make it possible to create a strong, stable film on the surface of the working electrode, and to use copper nanoparticles as catalysts in azide-alkyne cycloaddition reactions.

Электрохимические иммуносенсоры характеризуются простотой, надежностью, сравнительно невысокой стоимостью, возможностью достижения низких пределов обнаружения, простотой автоматизации и миниатюризации, небольшими операционными объемами, что особенно важно при работе с биологическими объектами. Ключевую роль в создании электрохимических иммуносенсоров играет способ иммобилизации антител на поверхности сенсора, существенно влияющий на чувствительность и точность детектирования.

Реакция медь-катализируемого азид-алкинового циклоприсоединения позволяет ковалентно иммобилизовать биорецептор на рабочей поверхности без применения токсичных реагентов, высоких температур, органических растворителей и высоких и низких значений pH, что особенно важно при работе с белковыми молекулами. Адресная функционализация сенсора посредством применения электрохимических методов исследования позволяет сделать важный шаг на пути к миниатюризации.

Целью работы являлось получение на поверхности электрода пленок поливинилбензилазида с включенными наночастицами меди для адресной иммобилизации белков посредством азид-алкинового циклоприсоединения.

Пленки поливинилбензилазида получали путем электрополимеризации соответствующего мономера [1]. В формирующуюся на стеклоуглеродном электроде пленку *in situ* включали синтезированные по известным методикам [2, 3,4] наночастицы меди. Формирование пленок и электрохимическое окисление наночастиц меди контролировали методом циклической вольтамперометрии и

спектроскопии электрохимического импеданса на анализаторе Autolab Type III в присутствии медиаторной системы  $K_4[Fe(CN)_6]/K_3[Fe(CN)_6]$ .

В ходе работы по нескольким методикам получены наночастицы меди, синтезирован мономер винилбензилазида, выбраны рабочие условия электрополимеризации, включения наночастиц меди в растущую пленку полимера и последующего окисления их с поверхности модифицированного стеклоуглеродного электрода. Полученные результаты позволяют судить о формировании на поверхности рабочего электрода прочной, стабильной пленки поливинилбензилазида функционализированной наночастицами меди, а также о возможности применения данных наночастиц в качестве катализаторов в реакциях азид-алкинового циклоприсоединения.

1. Lebrun C., Deniau G., et al., Surface and coating Technology, 112, 474-479 (1998).
2. Sarkar A., Mukherjee T., et al., J. Phys. Chem., 112, 3334 – 3340 (2008).
3. Zhang Q.-L., Yang Z.-M., et al., Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 20, 1, 240-244 (2010).
4. Сайкова, С.В., Воробьев, С.А., и др., Журнал Федерального Сибирского университета. Серия «Химия», 1, 5, 61-71 (2012).

## АСПЕКТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЕЙ

Михайлова А.Е.\*, Таранова Л.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

\*E-mail: [nastenka08@mail.ru](mailto:nastenka08@mail.ru)

## ASPECTS OF ENERGY SAVING IN OIL AND GAS AND CHEMICAL INDUSTRIES

Mikhailova A.E.\*, Taranova L.V.

Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

The article discusses aspects aimed at energy saving and increasing the energy efficiency of industrial production based on the analysis of energy flows.

Вопросы энерго- и ресурсосбережения сохраняют свою актуальность даже для экономически развитых стран, выход которых из очередного энергетического или ресурсного кризиса, как правило, сопровождается переходом на более высокий энерго- и ресурсосберегающий технологический уровень предприятий топливно-энергетического комплекса в целом и объектов подготовки и переработки нефти и газа, в частности.

Подход к энергосбережению включает анализ существующих или проектируемых систем, разработку тепловых схем на его основе, оптимизацию параметров,